

527, 533  
Rec'd PCT/PTO 23 JUN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/028725 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22D 11/16**,  
11/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009110

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. August 2003 (18.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A 1367/2002 12. September 2002 (12.09.2002) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGEN-  
BAU GMBH & CO** [AT/AT]; Turmstrasse 44, A-4031  
Linz (AT).

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOHENBICHLER,  
Gerald** [AT/AT]; Mohnstrasse 3, A-4484 Kronsdorf (AT).  
**ECKERSTORFER, Gerald** [AT/AT]; Hugo-Wolf-Strasse  
31, A-4020 Linz (AT).

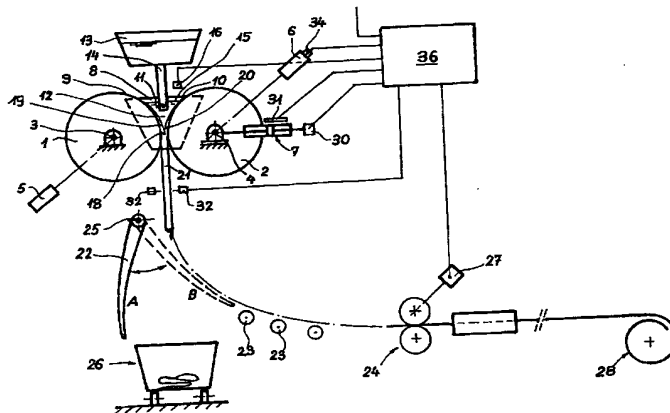
(74) Anwalt: **VA TECH PATENTE GMBH & CO.**; Zusam-  
menschluss Nr. 169, A-4031 Linz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR COMMENCING A CASTING PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STARTEN EINES GIESSVORGANGES



(57) Abstract: The invention relates to a method for improving the conditions at the commencement of a casting process in a twin-roll casting device, which does not use a dummy bar, said method comprising the following steps: an operating casting thickness is set and the casting rolls are rotated at a casting-roll peripheral speed, which corresponds to a reduced commencing casting speed in relation to the casting speed for stationary operation; molten metal is fed into one of the rotating casting rolls and into the molten metal chamber that is configured from lateral plates lying against the rolls and a cast metal bar with an essentially constant, predetermined cross-sectional size is formed, whilst the casting speed is simultaneously increased to a strip forming casting speed; the casting speed is subsequently increased to a strip separating speed, which is significantly higher than the speed sufficient to cause solidification and the metal strip that has been cast up to this point is separated; the stationary operation casting speed is set; the following cast metal strip is deviated onto a strip transport unit and the stationary casting operation commences. The invention also relates to a twin-roll casting device for carrying out said method.

(57) Zusammenfassung: Zur Verbesserung der Bedingungen beim Starten eines Giessvorganges in einer Zweiwälzengiesseinrichtung ohne Anwendung eines Anfahrstranges wird ein Verfahren mit folgenden Schritten vorgeschlagen: - Einstellen einer Betriebs-Gießsdicke und Rotieren der Giesswalzen mit einer Giesswalzen-Umfangsgeschwindigkeit, die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/028725 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

einer gegenüber der stationären Betriebs-Giessgeschwindigkeit verringerten Start-Giessgeschwindigkeit entspricht, - Zuführen von Metallschmelze in einen von den rotierenden Giesswalzen und den an ihnen anliegenden Seitenplatten gebildeten Schmelzenraum und Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat bei gleichzeitiger Erhöhung der Giessgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Giessgeschwindigkeit, - nachfolgendes Erhöhen der Giessgeschwindigkeit auf eine Bandtrenn Giessgeschwindigkeit, die signifikant höher ist, als eine den aktuellen Durcherstarrungsbedingungen genügende Giessgeschwindigkeit und Abtrennen des bisher gegossenen Metallbandes, - Einstellen der stationären Betriebs-Giessgeschwindigkeit, - Umlenken des nachfolgenden gegossenen Metallbandes zu einer Bandtransporteinrichtung und Beginn eines stationären Giessbetriebes. Eine Zweiwalzengiesseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird auch beansprucht.

### Verfahren und Vorrichtung zum Starten eines Gießvorganges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießeinrichtung ohne Anwendung eines Anfahrstranges sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Zur Herstellung eines kontinuierlich gegossenen Metallstranges unbestimmter Länge werden im Wesentlichen gekühlte Kokillen mit einem durchgehenden Formhohlraum eingesetzt, in welchem die eingangsseitig eingebrachte Metallschmelze zumindest im Kontaktbereich mit den Formhohlraumwänden erstarrt. Ausgangsseitig wird ein im Wesentlichen durcherstarrter Metallstrang aus der Kokille abgezogen. Beim Start des Gießvorganges ist eine Erstfüllung des Formhohlraumes mit Metallschmelze durchzuführen, wobei insbesondere bei vorwiegend vertikaler Ausrichtung des Formhohlraumes ein zur Gänze durcherstarrtes Anfangsstück erzielt werden muss, damit die Metallschmelze nicht unkontrolliert die Kokille durchströmt und aus ihr austritt. Hierbei kommt vor allem der Gießdicke des zu erzeugenden Metallstranges, den Erstarrungsbedingungen und der in der kurzen Aufenthaltszeit in der Kokille durch die Formhohlraumwände abführbaren Wärmemenge wesentliche Bedeutung zu.

Um den unkontrollierten Austritt von Metallschmelze aus der Kokille in der Startphase des Gießprozesses sicher zu vermeiden, wird üblicherweise vor Gießbeginn ein Anfahrstrang in die Kokille eingebracht, der den Austrittsquerschnitt des Formhohlraumes weitgehend aber nicht zwangsläufig vollständig verschließt und erst nach Ausbildung einer festen Verbindung der eingebrachten Schmelze mit dem Anfahrstrangkopf und einer ausgeprägten Strangschale mit ausreichender Dicke entlang der Formhohlraumwände mit einem Treibrollenpaar aus der Kokille ausgefördert wird. Dieses Anfahrverfahren erfordert bei jedem Neustart der Gießanlage zumindest einen neuen an den Anfahrstrang ankoppelbaren Anfahrstrangkopf. Ein derartiger Anfahrstrang, wie er bei von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildeten Bandstahl-Gießkokillen verwendet wird, ist beispielsweise aus der US-A 4,719,960 bekannt.

Ein Anfahrstrang für die spezielle Anwendung in einer Zweiwalzen-Gießanlage ist in der EP-A 208 642 beschrieben. Dieser Anfahrstrang enthält einen Anfahrkopf mit zwei von dünnen Blechstreifen gebildeten Flanschen, die an den Mantelflächen der Gießwalzen anliegen und so einen Raum für die Aufnahme der einströmenden Metallschmelze bilden. Unmittelbar nach der ersten Strangschalenbildung erfolgt das Ausfördern des Anfahrstranges und des angegossenen Bandes aus dem von den Gießwalzen gebildeten Gießspalt.

Bei sehr geringen Gießdicken, vorzugsweise unterhalb von 5,0 mm Gießdicke, ist ein Anfahrstrang nicht zwingend notwendig, da durch die schnelle Erstarrung der Metallschmelze an den Kokillenwänden der offene Gießspalt innerhalb sehr kurzer Zeit überbrückt wird. Anfahrverfahren, bei denen kein Anfahrstrang benötigt wird, sind ebenfalls bereits mehrfach bekannt.

Beispielsweise ist aus der JP-A 61-266 159 ein Startverfahren bekannt, bei welchem die beiden zusammenwirkenden Gießwalzen vor Gießbeginn in eine Start-Position gebracht werden, bei der kein Gießspalt vorhanden ist und die Gießwalzen stillstehen. Unmittelbar nach Beginn der Schmelzenzufuhr und einer ersten Strangschalenbildung an den beiden Mantelflächen der Gießwalzen werden diese auf den Betriebsgießspalt (Banddicke) auseinandergefahren und die Gießgeschwindigkeit entlang einer Hochfahrkurve auf Betriebs-Gießgeschwindigkeit gebracht. Ein Startvorgang mit stillstehenden Gießwalzen ist jedoch sehr unzuverlässig, weil der Ist-Gießspiegel im Schmelzenraum nicht bis an den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen mit notwendiger Genauigkeit gemessen werden kann. Es ist daher weder ein Kraftanstieg zwischen den beiden Gießwalzen noch der Füllgrad der Kokille vernünftig regelbar. Eine unterschiedlich starke Erstarrung der Schmelze entlang der Bandbreite und insbesondere in Seitenplattennähe kann eine erhebliche Keilbildung durch erstarrtes Metall oberhalb des engsten Querschnittes hervorrufen und nachfolgend zu Seitenplattenbeschädigungen führen. Weiters besteht bei einem derartigen Startverfahren mit stehenden Gießwalzen ein erhöhtes Risiko zu abschnittswisen Strangschalenklebern auf der Mantelfläche der Gießwalzen.

Aus der WO 01/21342 ist ein Angießverfahren für eine Zweiwalzenanlage bekannt, bei dem vor Beginn der Schmelzenzufuhr der Gießspalt zwischen den beiden Gießwalzen auf einen gegenüber dem Betriebsgießspalt reduzierten Wert eingestellt wird. Die Schmelzenzufuhr erfolgt bei rotierenden Gießwalzen, wobei die

Gießgeschwindigkeit so eingestellt wird, dass die Dicke des erzeugten Bandes größer ist, als der zuvor eingestellte Gießspalt. Grundsätzlich wird durch einen verringerten Gießspalt die Neigung zum Durchtropfen von Metallschmelze reduziert. Andererseits treten bei kleinen Gießspalten die zuvor bezüglich der JP-A 61-266 159 beschriebenen Nachteile in zunehmenden Maße auf, insbesondere die Neigung zu Seitenplattenbeschädigungen.

Weitere Angießverfahren für übliche Zweiwalzengießeinrichtungen mit speziellen Verfahrensvorschriften für den Verlauf der Gießgeschwindigkeit in der Startphase oder die Wahl einer günstigen Startgießdicke in Relation zur Betriebsgießdicke sind aus der JP-A 63-290654, der JP-A 1-133644 oder der JP-A 6-114504 bereits bekannt. Die EP-A 867 244 beschreibt eine Regelung, mit der in der Startphase des Gießprozesses in aufeinander folgenden Zeitperioden zuerst die Momentangeschwindigkeit der Gießwalzen in Abhängigkeit von einer Badhöhenmessung im Schmelzenpool zwischen den Gießwalzen und danach die Metallschmelzenzufuhr in Abhängigkeit von einer Walzengeschwindigkeitsmessung geregelt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die eingangs beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzen-Gießeinrichtung sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen, wobei der Durchtritt von Metallschmelze durch den Gießspalt gering gehalten werden kann und gleichzeitig die Neigung zu Keilbildungen und Verdickungen am Anfang des gegossenen Bandes möglichst vermieden wird. Gleichzeitig soll eine Trennung eines ersten Stückes des gegossenen Bandes, welches den Qualitätsansprüchen einer kontinuierlichen Produktion nicht entspricht, von dem nachfolgend unter weitgehend stationären Betriebsbedingungen erzeugten Bandes erreicht werden, ohne dass hierfür mechanische Trenneinrichtungen benötigt werden.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren mit folgenden Schritten gelöst:

- Einstellen einer Betriebs-Gießdicke und Rotieren der Gießwalzen mit einer Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit, die einer gegenüber einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit verringerten Start-Gießgeschwindigkeit entspricht,

- Zuführen von Metallschmelze in einen von den rotierenden Gießwalzen und den an ihnen anliegenden Seitenplatten gebildeten Schmelzenraum und Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat bei gleichzeitiger Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit,
- nachfolgendes Erhöhen der Gießgeschwindigkeit auf eine Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit, die signifikant höher ist, als eine den aktuellen Durchstarrungsbedingungen genügende Gießgeschwindigkeit und Abtrennen des bisher gegossenen Metallbandes,
- Einstellen der stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit,
- Umlenken des nachfolgenden gegossenen Metallbandes zu einer Bandtransporteinrichtung und Beginn eines stationären Gießbetriebes.

Die Gießgeschwindigkeit wird stets von der Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit bestimmt, da die an den Gießwalzenmäntel gebildeten und anhaftenden Strangschalen mit dieser Geschwindigkeit durch den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen transportiert und miteinander verbunden werden.

Die Start-Gießgeschwindigkeit ist eine niedrige Gießgeschwindigkeit, bei welcher wegen der verlängerten Verweilzeit der sich bildenden Strangschalen im Schmelzenraum ein verstärktes Strangschalenwachstum eintritt und daher der nach unten offenen Gießspalt besonders schnell überbrückt werden kann.

Die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ist eine insbesondere vom jeweils aktuellen Flüssigmetall-Gießspiegel und auch von den Erstarrungsbedingungen sowie der aufgrund der Stahlanalyse erforderlichen Gießrollen-Trennkraft abhängige Gießgeschwindigkeit, bei der eine Bandbildung und der Abtransport des gebildeten Bandes nach unten erfolgt und bei der weitgehend gleichbleibende Bandformungsbedingungen eingehalten werden können. Während des Überganges von der Start-Gießgeschwindigkeit zur Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit erfolgt die kontinuierliche Füllung des Schmelzenraumes mit Metallschmelze bis auf das Niveau des Betriebs-Gießspiegels, wobei die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit mit steigendem Gießspiegel kontinuierlich zunimmt.

Da der Gießspalt beim beanspruchten Verfahren während des ganzen Startvorganges auf dem Wert der Betriebs-Gießdicke gehalten wird, ergeben sich zusätzliche Vorteile: Durch eine verringerte Start-Gießgeschwindigkeit wird ein geringer Banddurchsatz bis zum vollständigen Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels erzielt und solcherart der Ausschussanteil gering gehalten. Weiters bewirkt die in der Startphase nicht verringerte Betriebs-Gießdicke weniger Störungen, die infolge von Erstarrungen an den Schmalseitenwänden zu Gießspaltaufweitungen beim Durchgang durch den Gießquerschnitt und gegebenenfalls unkontrollierten Abrissen des gegossenen Stranges führen. Der Verzicht auf eine radiale Verschiebung der Gießwalzen, die zwangsweise eintritt, wenn der Startvorgang mit einer gegenüber der Betriebs-Gießdicke verkleinerten Start-Gießdicke begonnen wird, bewirkt weiters eine Verringerung der parasitären Erstarrungen, die sich an den relativ kalten, freigegebenen Zonen an den Seitenplatten bilden würden.

Zur Erzielung eines ausreichend schnellen Strangschalenwachstums an den Mantelflächen der Gießwalzen und damit einer schnellen Überbrückung des Gießspaltes durch erstarrte Metallschmelze wird die Start-Gießgeschwindigkeit kleiner gewählt als die halbe Betriebs-Gießgeschwindigkeit, wobei die Gießwalzen üblicherweise rotieren. Bei Gießdicken über 3 mm kann die Startphase auch mit stehenden Gießwalzen eingeleitet werden, sodass die Start-Gießgeschwindigkeit bei Beginn des Zuführens von Metallschmelze noch 0 m/min beträgt und die Gießwalzen anschließend rasch beschleunigt werden.

Besonders günstige Bedingungen für die schnelle Überbrückung des Gießspaltes durch erstarrte Metallschmelze in der Startphase ergeben sich, wenn die Start-Gießgeschwindigkeit weniger als 12 m/min beträgt. Eine Start-Gießgeschwindigkeit in diesem Bereich ermöglicht eine gute zeitliche Abstimmung zwischen der Schmelzenzuführung bis zur Erreichung des Betriebs-Gießspiegels und dem Hochfahren der Start-Gießgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit, die etwa der Betriebs-Gießgeschwindigkeit entspricht. Dies wird durch eine moderate, stetige Erhöhung der Gießwalzenumfangsgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit erreicht, die zu einem messbaren Soll-Gießspiegel passt, um eine zuverlässige Bandbildung (Strangschalenbildung auf den Gießwalzenoberflächen im Schmelzenpool) zu gewährleisten. Dementsprechend wird die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit entsprechend einem messbaren Soll-Gießspiegel eingestellt oder geregelt.

Eine weitere Möglichkeit die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit bestmöglich einzustellen besteht darin, dass die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der zwischen den Gießwalzen auftretenden Trennkraft geregelt wird. Die zwischen den beiden Gießwalzen wirkende Trennkraft ist bei einem vorgegebenen Gießspalt ein Maß für die Strangschalendicke und den aktuellen Erstarrungszustand im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen. Sie ist höher, je weiter der Erstarrungsvorgang in diesem Bereich fortgeschritten ist. Der in der Startphase überwiegend stets steigende Metallbadspiegel, der auf die Strangschalenbildung maßgeblichen Einfluss nimmt, wird hier mitberücksichtigt.

Zur Regelung der Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit können auch die Messwerte einer Badspiegelmessung und einer Trennkraftmessung in Kombination herangezogen werden.

Als Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ist diejenige Gießgeschwindigkeit zu verstehen, bei der der erste Teil des gegossenen Metallbandes, welcher unter instationären Gießbedingungen in der Startphase des Gießprozesses erzeugt wurde und somit als Ausschussmaterial anzusehen ist, vom kontinuierlich nachfolgenden unter weitgehend stationären Gießbedingungen erzeugten Metallband abgetrennt wird. Diese Trennung erfolgt nach einer möglichen Ausführungsform ausschließlich unter Einwirkung des Eigengewichtes des den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen verlassenden nach unten hängenden Anfangsstückes des gegossenen Metallbandes durch Abreißen desselben im Gießspalt. Durch die Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit werden die Erstarrungsbedingungen und damit die mechanischen Eigenschaften des gegossenen Bandes im Gießquerschnitt, speziell durch Verringerung der Zugfestigkeit, so verändert, dass das Band in diesem Querschnitt ohne zusätzliche mechanische Maßnahmen abreißt.

Alternativ kann das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit unter Einwirkung eines gegenüber der Schwerkraftwirkung erhöhten Bandzuges erfolgen, der durch eine Treiberanordnung aufgebracht wird, die austrittsseitig unterhalb des Gießspaltes der Zweiwalzengießeinrichtung angeordnet ist.



Eine Verbesserung der Abtrennbedingungen kann erreicht werden, wenn der Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit eine kurzzeitige Vergrößerung der Gießdicke um 5 bis 40 % überlagert wird.

Die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ist höher als die Betriebs-Gießgeschwindigkeit, vorzugsweise ist sie um 5% bis 40% höher als die Betriebs-Gießgeschwindigkeit.

Diese Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit wird kurzzeitig eingestellt, sobald annähernd stationäre Gießbedingungen erreicht sind. Bevorzugt wird, dass auch bereits eine gleichbleibende Bandqualität sichergestellt ist. Die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit wird in der Startphase zweckmäßig dann eingestellt, wenn die Metallschmelze im Schmelzenraum im Wesentlichen den Soll-Betriebsgießspiegel erreicht hat.

Um einen kontinuierlichen Übergang zu stationären Gießbedingungen und damit zu stationären Erstarrungsbedingungen an den Gießwalzen und im Gießspalt zu gewährleisten ist es zweckmäßig, wenn vor dem Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels im Schmelzenraum die Gießgeschwindigkeit auf etwa die Betriebs-Gießgeschwindigkeit gesteigert wird.

Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht, dass der stationäre Gießbetrieb innerhalb von 5 bis 60 sec nach Beginn der Zufuhr von Metallschmelze in den Schmelzenraum erreicht wird.

Insbesondere bei sehr dünnen Bändern ist es vorteilhaft, dass bei Starten eines Gießvorganges eine gegenüber der Betriebs-Gießdicke vergrößerte Start-Gießdicke eingestellt wird und diese Start-Gießdicke frühestens nach Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit gleichbleibenden Querschnittsformat auf die Betriebs-Gießdicke zurückgeführt wird. Dieses Verfahren wird vorzugsweise angewendet bei Gießdicken unter 2,5 mm, da speziell in diesem Dickenbereich die eingangs beschriebenen Schwierigkeiten mit Seitenplattenerstarrungen und Keilbildung und nachfolgenden unkontrollierten Bandrissen auftreten können und das der Bandtrennung nachfolgende Band dadurch eine bessere Eigensteifigkeit zur Führung durch die Anlage besitzt.

Zur Gewährleistung eines automatisierten Ablaufes des Startverfahrens ist es zweckmäßig, dass zumindest Referenzdaten der momentanen Gießgeschwindigkeit

und der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze im Schmelzenraum und/oder der momentanen Trennkraft zwischen den Gießwalzen und/oder der Spaltweite zwischen den Gießwalzen und/oder der Banddicke des gegossenen Metallbandes während des Gießstartes kontinuierlich ermittelt und einer Recheneinheit zugeführt werden und aus diesen Referenzdaten unter Einbeziehung eines mathematischen Modelles für den Startvorgang Stellgrößen für die Gießgeschwindigkeit, für die Position einer Bandleiteinrichtung und für die Transportgeschwindigkeit des gegossenen Metallbandes in einer Bandtransporteinrichtung generiert und an die Antriebseinheiten dieser Einrichtungen übermittelt werden.

Zusätzlich werden die Abtrennbedingungen für die Abtrennung des ersten Stückes des gegossenen Metallbandes im Gießquerschnitt verbessert, wenn aus dem mathematischen Modell auf der Grundlage von aktuellen Eingangsdaten, wie Stahlqualität, Betriebs-Gießdicke, Temperaturverhältnisse, qualitätsbezogene Erstarrungsbedingungen etc., zusätzlich eine Stellgröße für die Abstandspositionierung der beiden Gießwalzen zueinander, insbesondere eine erhöhte Start-Gießdicke, generiert wird.

Die Qualität des erzeugten Metallbandes kann generell und während des Gießprozesses laufend optimiert und an wechselnde Betriebsbedingungen angepasst werden, wenn das mathematische Modell ein metallurgisches Modell zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Metallband und/oder zur Beeinflussung der Geometrie des gegossenen Metallbandes umfasst.

Eine Zweiwalzengießeinrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens zum Starten eines Gießvorganges ohne Anfahrstrang besteht aus zwei mit Drehantrieben gekoppelten, gegensinnig rotierenden Gießwalzen und an den Gießwalzen anliegende Seitenplatten, die gemeinsam einen Schmelzenraum zur Aufnahme der Metallschmelze formen, sowie mindestens einer verlagerbaren Bandleiteinrichtung und mindestens einer Bandtransporteinrichtung. Sie ist dadurch gekennzeichnet,

- dass den Gießwalzen eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung zur Ermittlung der momentanen Gießgeschwindigkeit zugeordnet ist,
- dass dem Schmelzenraum eine Niveaumesseinrichtung zur Ermittlung der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze zugeordnet ist,
- dass die Geschwindigkeitsmesseinrichtung und die Niveaumesseinrichtung durch

Signalleitungen mit einer Recheneinheit verbunden sind und

- die Recheneinheit durch Signalleitungen mit dem Drehantrieb der Gießwalzen, mit einer Positionsstelleinrichtung der Bandleiteinrichtung und dem Antrieb einer Bandtransporteinrichtung verbunden ist. Die beiden Gießwalzen können auch mit einem gemeinsamen Drehantrieb unter Zwischenschaltung eines Verteilergetriebes gekoppelt sein.

Eine solcherart ausgestattete Zweiwalzengießeinrichtung ermöglicht die Übernahme von aktuellen Erzeugungsdaten aus dem Stahlerzeugungsprozess und deren gemeinsame Verarbeitung mit Messdaten an der Gießeinrichtung in einem Rechenmodell zur Optimierung des Startverfahrens.

Ein zweckentsprechender Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist auch möglich, wenn statt der kontinuierlichen Messung der Gießspiegelhöhe im Schmelzenraum mit einer Niveaumesseinrichtung alternativ eine Trennkraft-Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen, im wesentlichen durch die Bandbildung hervorgerufenen Trennkraft zwischen den beiden Gießwalzen oder eine Positions-Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen Spaltweite zwischen den Gießwalzen oder eine Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen Banddicke eingesetzt wird. Jede dieser Messungen liefert Referenzdaten, die zumindest indirekt einen mathematisch beschreibbaren Zusammenhang mit der Strangschalenausbildung im Schmelzenpool und damit mit der Metallstrangbildung im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen herstellen und die daher in einem mathematischen Modell zur Errechnung von Stellgrößen herangezogen werden können, um den Startvorgang zeitminimiert bzw. optimiert hinsichtlich Form und Führbarkeit der Bandabrissskante durchzuführen. Eine weitere Verbesserung des Startverfahrens kann durch Kombination von mindestens zwei dieser Messmethoden erzielt werden, wobei die Messungen zeitgleich durchgeführt und in einem dementsprechend erweiterten mathematischen Modell verarbeitet werden.

Eine weitere Optimierung des Verfahrens ergibt sich, wenn zumindest eine der beiden Gießwalzen mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung gekoppelt und die Recheneinheit zusätzlich durch eine Signalleitung mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung zur Einstellung einer Start- Gießdicke verbunden ist. Dadurch kann für vorgegebene Produktionskenngrößen, wie insbesondere die Stahlqualität, das Gießformat, vorzugsweise die Betriebs-Gießdicke, sowie aus der Stahlproduktion übernommene Kenndaten, wie beispielsweise die Überhitzungstemperatur der Schmelze, und aus

Messdaten an der Anlage im Prozessmodell eine spezifische höhere Start-Gießdicke ermittelt und an der Gießanlage eingestellt werden.

Das vorliegende Verfahren und die zugehörige Zweiwalzengießanlage ist für das Vergießen von Metallschmelzen, vorzugsweise Fe-hältige Metalllegierungen, insbesondere für Stähle, geeignet.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zweiwalzengießeinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig.2a eine schematische Darstellung der Erstarrungsbedingungen im Gießspalt bei Betriebs-Gießgeschwindigkeit,

Fig.2b eine schematische Darstellung der Erstarrungsbedingungen im Gießspalt bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit,

Fig. 3 den Verlauf der Gießgeschwindigkeit, der Gießspaltweite, des Gießspiegelsignals und der Gießwalzen-Trennkraft während des Startens eines Gießvorganges für einen Stahl der Qualität AISI 304.

Eine Zweiwalzengießanlage mit den für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Einrichtungen ist in Fig.1 schematisch dargestellt. Sie besteht aus zwei in einer Horizontalebene im Abstand voneinander angeordneten und mit einer nicht dargestellten Innenkühlung ausgestatteten Gießwalzen 1, 2. Diese sind in Wellenlagern 3, 4 drehbar abgestützt und mit Drehantrieben 5, 6 gekoppelt, die ein gegensinniges Rotieren der Gießwalzen 1, 2 um Gießwalzenachsen 1', 2' mit einer regelbaren Umfangsgeschwindigkeit, die der Gießgeschwindigkeit entspricht, ermöglichen. Zur Bestimmung der momentanen Gießgeschwindigkeit ist zumindest einer der Gießwalzen 1, 2 oder den zugeordneten Drehantrieben 5, 6 oder auch dem gegossenen Metallband selbst eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung 34 zugeordnet. Eine der beiden Gießwalzen 2 ist in der Horizontalebene quer zur Gießwalzenachse 2' verschiebbar abgestützt und mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung 7 gekoppelt,

wodurch der Abstand der beiden Gießwalzen 1, 2 zueinander regelbar einstellbar ist. An die Gießwalzen 1, 2 sind stirnseitig Seitenplatten 8 anpressbar angestellt, die gemeinsam mit einem Abschnitt der Mantelflächen 9, 10 der rotierenden Gießwalzen einen Schmelzenraum 11 für die Aufnahme von Metallschmelze 12 bilden. Die Metallschmelze 12 wird aus einem Zwischengefäß 13 durch ein Tauchrohr 14 in den Schmelzenraum 11 kontinuierlich und geregelt eingebracht, sodass während des stationären Gießbetriebes die Schmelzenzufuhr durch die Tauchrohrauslässe in untergetauchter Form, d.h. stets unterhalb eines auf konstantem Niveau gehaltenen Gießspiegels 15 erfolgt. Durch eine oberhalb des Schmelzenraumes 11 angeordnete Niveaumesseinrichtung 16 erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Gießspiegelhöhe.

Ausgangsseitig ist der Schmelzenraum 11 durch den Gießspalt 18 begrenzt, der durch den Abstand der beiden Gießwalzen 1, 2 voneinander festgelegt ist und die Gießdicke D des gegossenen Metallbandes bestimmt. Die an den Mantelflächen 9, 10 der Gießwalzen im Schmelzenraum 11 gebildeten erstarrten Strangschalen 19, 20 werden im Gießspalt 18 zu einem weitgehend durcherstarrten Metallband 21 verbunden, welches durch die Rotationsbewegung der Gießwalzen 1, 2 aus dem Gießspalt 18 nach unten ausgefördert, durch eine nachgeordnete verschwenkbare Bandleiteinrichtung 22 und Bandführungsrollen 23 in eine weitgehend horizontale Transportrichtung umgelenkt und einer von einem Treibrollenpaar gebildeten Bandtransporteinrichtung 24 aus der Zweiwalzengießeinrichtung ausgefördert wird. Die bogenförmig ausgebildete Bandleiteinrichtung 22 ist mit einer Antriebseinheit 25 verbunden, die es ermöglicht, die Bandleiteinrichtung 22 von einer Rückzugsposition A in eine Betriebsposition B und zurück zu verschwenken. Während des Startvorganges des Gießprozesses befindet sich die Bandleiteinrichtung in der Rückzugsposition A und wird nach dem Abtrennen eines ersten Stückes des gegossenen Metallbandes in die Betriebsposition B verschwenkt und kann dort während des gesamten stationären Produktionsprozesses verbleiben. Vertikal unterhalb des Gießspaltes 18 ist ein Schrottaufnahmewagen 26 angeordnet, in welchem allenfalls anfangs durchtropfende Metallschmelze und der erste Abschnitt des gegossenen Bandes aufgefangen und bei Bedarf abtransportiert werden kann.

Der Schrottaufnahmewagen kann auch ohne Räder ausgeführt sein. Er kann innerhalb einer Kammerumwandung, die den Weg des gegossenen Metallbandes von den Gießwalzen bis zum ersten Treiber umschließt, positioniert sein. Auch muss dieser

erste Abschnitt des gegossenen Bandes nicht notwendigerweise direkt in den Schrottaufnahmewagen fallen, sondern kann auch indirekt diesem zugeführt werden.

Nachdem das gegossene Metallband aus der mit einer Antriebseinheit 27 ausgestattete Bandtransporteinrichtung 24 austritt, wird es in nicht näher dargestellten Weiterbehandlungseinrichtungen 28 veredelt und abschließend zu Bündeln 29 gewickelt und/oder zu Tafeln zerteilt. Die Weiterbehandlungseinrichtungen 28 können beispielsweise von Walzgerüsten, Besäumeinrichtungen, Oberflächenbehandlungseinrichtungen, thermischen Behandlungseinrichtung verschiedenster Art, wie Heizeinrichtungen, Halteöfen, Temperaturlausgleichsöfen, und Kühlstrecken gebildet sein.

Die Zweiwalzengießeinrichtung ist mit einer Recheneinheit 36 ausgestattet, die es ermöglicht, den Startvorgang in Abhängigkeit von vorgegebenen Eingangsgrößen und an der Einrichtung ermittelten aktuellen Messgrößen automatisiert durchzuführen. Mit Kenndatenfeldern und/oder einem mathematischen Modell werden in der Recheneinheit optimale Stellgrößen, wie die Start-Gießgeschwindigkeit  $v_{gst}$ , die Position der Bandleiteinrichtung, die Antriebsgeschwindigkeit der Bandtransporteinrichtung und gegebenenfalls die Start-Gießdicke  $D_{st}$  und weitere Stellgrößen generiert und der Startvorgang fortlaufend geregelt und überwacht.

Stellgrößen, die zur Durchführung des Startverfahrens aus der Recheneinheit 36 generiert werden, beruhen auf aktuell erhobene Messdaten aus der Gießanlage, die direkt oder indirekt einen Zusammenhang mit dem Strangschalenwachstum aufweisen. Hierfür prädestiniert sind das momentane Niveau des Gießspiegels 15, d.h. die Gießspiegelhöhe im Schmelzenraum 11, welche mit einer Niveaumesseinrichtung 16 kontinuierlich ermittelt werden kann. Die Trennkraft  $F_{Tr}$  zwischen den beiden Gießwalzen 1, 2, stellt eine Reaktionskraft auf die durchgeleiteten Strangschalen dar und liefert ebenfalls einen Referenzwert für den Grad der Durcherstarrung im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen. Sie ist mit einer Trennkraft-Messeinrichtung 30 zu ermittelt, die den Gießwalzenlagerungen 3, 4 zugeordnet oder in der Gießwalzenverstelleinrichtung 7 eingebaut ist. Eine weitere Möglichkeit, eine Referenzgröße zu ermitteln, bietet die momentane Spaltweite  $G$  zwischen den Gießwalzen, die eng mit der Trennkraft  $F_{Tr}$  zusammenhängt, da eine höhere Trennkraft ein erhöhtes radiales Ausweichen der Gießwalzen 1, 2 voneinander bzw. deren Verformung bewirkt. Dies kann auf direktem Weg durch eine Positionsmesseinrichtung

31 an den Gießwalzen oder auf indirektem Weg über eine Banddicken-Messeinrichtung 32 gemessen werden. Die zeitgleiche Messung und Verarbeitung der Messdaten von mehreren der beschriebenen Messsysteme minimiert den Zeitaufwand für den Anlagenstart und erhöht insbesondere die Qualität der Bandabrisskante des nachfolgenden Metallbandes hinsichtlich deren Geometrie und deren Führbarkeit durch die Anlage, sowie auch die Qualität des erzeugten Produktes vom Produktionsbeginn an.

Die Erstarrungsbedingungen an den Mantelflächen 9, 10 der beiden Gießwalzen und im Gießspalt 18 bei stationärer Betriebs-Gießgeschwindigkeit und bei Bandtrenngießgeschwindigkeit sind in den Figuren 2a und 2b gegenübergestellt. Bei stationärer Betriebs-Gießgeschwindigkeit (Fig. 2a) befinden sich die beiden Gießwalzen 1, 2 auf einen Gießspalt 18 eingestellt, der insbesondere dem stationären Gießspiegel und der Betriebs-Gießdicke D des gewünschten gegossenen Metallbandes entspricht. Hierbei bildet sich an jeder der Mantelflächen 9, 10 der Gießwalzen je eine in Drehrichtung der Gießwalzen, somit zum Gießspalt 18 orientiert, zunehmend dicker werdende Strangschale 19, 20 aus. Im Gießquerschnitt 18 werden die beiden Strangschalen 19, 20 zusammengefügt und es bildet sich bei stationären Gießbedingungen ein durcherstarrtes Metallband. Die V-förmigen Linien 37 veranschaulichen hierbei den Übergang von 100 % Schmelze zu einem Mischbereich mit einem zunehmenden Festkörperanteil und die V-förmige Linie 38 veranschaulicht den Übergang zu 100 % Festkörperanteil, somit den durcherstarrten Strangteil. Fig. 2b zeigt die geänderten Erstarrungsbedingungen bei einer Bandtrenngießgeschwindigkeit, die gegenüber der Betriebs-Gießgeschwindigkeit erhöht ist. Das bedeutet, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Gießwalzen vergrößert ist. Die Kühlbedingungen wurden hierbei nicht verändert. Dadurch wird die verfügbare Strangschalen-Bildungszeit im Schmelzenraum und damit das Strangschalenwachstum verringert, sodass sich der Durcherstarrungspunkt 39 in Gießrichtung verschiebt und im Gießquerschnitt entweder noch ein erhöhter Anteil von Flüssigkörperanteil vorhanden ist und/oder die durchschnittliche Bandtemperatur zumindest höher liegt als bei Betriebs-Gießgeschwindigkeit. In beiden Fällen ist die Zugfestigkeit des nach unten hängenden Metallbandstückes bei der Bandtrenngießgeschwindigkeit soweit herabgesetzt, dass das Metallband unter der Einwirkung seines Gewichtes im Gießquerschnitt abreißt.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Gießgeschwindigkeit auf eine so hohe Bandtrenngießgeschwindigkeit erhöht und anschließend gleich wieder abgesenkt,

dass vorübergehend keine Trennkraft gemessen wird. In dieser kurzen Phase fließt Metallschmelze wegen der mangelnden Verbindung zwischen den beiden Strangschalen und unter der Wirkung des ferrostatischen Druckes in den Raum unterhalb des engsten Querschnittes zwischen den Gießwalzen nach. Dadurch kommt es lokal zu einem Ausbauchen des Metallbandes und einer erheblichen Wiedererwärmung der oberflächennahen Bandschichten und unter dem Einfluss des nach unten hängenden Bandeigengewichtes zum Abriss.

Fig. 3 zeigt den Ablauf des beschriebenen Verfahrens zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießanlage für einen rostfreien Cr-Ni-Stahl der Qualität AISI 304 mit einer stationären Betriebs-Gießdicke  $D = 2,5 \text{ mm}$  und einer Betriebs-Gießgeschwindigkeit  $V_{g\text{Betr}} = 60 \text{ m/min}$ . Vor der Schmelzenzuführung wird der Betriebsgießspalt von  $2,5 \text{ mm}$  eingestellt und die Gießwalzen mit einer Umfangsgeschwindigkeit angetrieben, die einer Start-Gießgeschwindigkeit  $v_{g\text{St}} = 10 \text{ m/min}$  entspricht. Mit Beginn der Schmelzenzuführung wird die Gießgeschwindigkeit  $v_g$  kontinuierlich bis auf die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit  $v_{g\text{Bb}}$  erhöht, die etwa der Betriebs-Gießgeschwindigkeit  $v_{g\text{Betr}} = 60 \text{ m/min}$  entspricht. Bereits kurz nach Beginn der Schmelzenzufuhr kommt es zur Überbrückung des nach unten offenen Gießspaltes durch die sich bildenden Strangschalen bei noch sehr geringer Gießgeschwindigkeit. Dies zeigt sich am kurzfristig stark ansteigenden Kurvenverlauf für die Gießspaltposition  $G$  und die Gießwalzen-Trennkraft  $F_{\text{Tr}}$ , die direkt korrelieren. Die Gießspaltposition  $G$  wird am Hydraulikkolben eines AGC-Systems gemessen. Mit zunehmender Gießgeschwindigkeit  $v_g$  kehrt sich die Tendenz einer ansteigenden Trennkraft wieder um, da auch die Strangschalenbildung wegen der geringeren Verweildauer der Strangschale im Schmelzenraum abnimmt. Das Gießspiegelniveau  $h_{\text{Gsp}}$  ist erst nach Erreichen eines bestimmten Füllgrades messbar, da der Schmelzenraum bedingt durch die Gießwalzenanordnung zum Gießquerschnitt hin trichterförmig verengt ist und in diesem sehr engen Bereich eine Niveaumessung technisch nicht realisierbar ist. Nach einer Zeitspanne von etwa 5 bis 15 sec, die variabel gewählt werden kann, wird der Betriebs-Gießspiegel  $h_{\text{Betr}}$  erreicht und auf diesem Niveau gehalten. Damit sind annähernd konstante Gießbedingungen erreicht und es wird die Gießgeschwindigkeit für eine kurze Zeitspanne von  $0,2 \text{ sec}$  auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit  $v_{g\text{Tr}} = 80 \text{ m/min}$  erhöht, die  $20 \text{ m/min}$  höher liegt, als die stationäre Betriebs-Gießgeschwindigkeit  $v_{g\text{Betr}}$ . Bei dieser Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit reisst das gegossene Metallband unter dem Einfluss des Eigengewichtes im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen ab. Hierbei fällt die



Gießwalzen-Trennkraft  $F_{Tr}$ , kurzzeitig auf Null zurück. Mit Rückführung der Gießgeschwindigkeit auf den Wert der Betriebs-Gießgeschwindigkeit  $v_{gBetr} = 60 \text{ m/min}$  steigt die Gießwalzen-Trennkraft  $F_{Tr}$  unmittelbar auf den Wert vor der Anhebung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit an. Damit sind die Bedingungen für einen stationären Gießbetrieb erreicht und die Herstellung eines Stahlbandes gleichbleibender Qualität gewährleistet.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießeinrichtung ohne Anfahrstrang, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:
  - Einstellen einer Betriebs-Gießdicke (D) und Rotieren der Gießwalzen (1, 2) mit einer Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit, die einer gegenüber einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ) verringerten Start-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gSt}$ ) entspricht,
  - Zuführen von Metallschmelze (12) in einen von den rotierenden Gießwalzen (1, 2) und den an ihnen anliegenden Seitenplatten (8) gebildeten Schmelzenraum (11) und Ausbilden eines gegossenen Metallbandes (21) mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat bei gleichzeitiger Erhöhung der Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBb}$ ),
  - nachfolgendes Erhöhen der Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) auf eine Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ), die signifikant höher ist, als eine den aktuellen Durcherstarrungsbedingungen genügende Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) und Abtrennen des bisher gegossenen Metallbandes (21),
  - Einstellen einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ),
  - Umlenken des nachfolgenden gegossenen Metallbandes (21) zu einer Bandtransporteinrichtung (24) und Beginn des stationären Gießbetriebes.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Start-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gSt}$ ) kleiner ist als die halbe Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Start-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gSt}$ ) weniger als etwa 12 m/min beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Start-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gst}$ ) bei Beginn des Zuführens von Metallschmelze noch 0 m/min beträgt und nachfolgend beschleunigt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gbb}$ ) entsprechend einem messbaren Soll-Gießspiegel ( $h_{Gsp}$ ) eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gbb}$ ) im wesentlichen der stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ) entspricht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gbb}$ ) in Abhängigkeit von der zwischen den Gießwalzen auftretenden Trennkraft ( $F_{Tr}$ ) geregelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) höher ist als die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gbb}$ ) und/oder die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) um 5 % bis 40 % höher ist als die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gbb}$ ) und/oder die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ).
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) eine kurzzeitige Vergrößerung der Gießdicke ( $D$ ) um 5 bis 40 % überlagert wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) eingestellt wird, sobald die Metallschmelze im Schmelzenraum (11) im wesentlichen den Soll-Betriebsgießspiegel ( $h_{Gsp}$ ) erreicht hat.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenngießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) durch Abreißen des gegossenen Bandes unter Wirkung des Eigengewichtes des Metallbandes im Gießspalt (18) zwischen den Gießwalzen (1, 2) erfolgt.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenngießgeschwindigkeit ( $v_{gTr}$ ) unter Einwirkung eines erhöhten Bandzuges erfolgt.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in einer Zeitspanne vor dem Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels ( $h_{gsp}$ ) im Schmelzenraum (11) die Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) auf etwa die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ( $v_{gBetr}$ ) gesteigert wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der stationäre Gießbetrieb innerhalb von 5 bis 60 sec nach erstmaliger Zufuhr der Metallschmelze in den Schmelzenraum (11) erreicht wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Starten eines Gießvorganges zur Herstellung eines sehr dünnen Metallbandes eine gegenüber der Betriebs-Gießdicke (D) vergrößerte Start-Gießdicke ( $D_{St}$ ) eingestellt wird und diese Start-Gießdicke frühestens nach Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat auf die Betriebs-Gießdicke (D) zurückgeführt wird.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest Referenzdaten der momentanen Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) und der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze und/oder der momentanen Trennkraft ( $F_{Tr}$ ) zwischen den Gießwalzen und/oder der Spaltweite (G) zwischen den Gießwalzen und/oder der Banddicke des gegossenen Metallbandes während des Gießstartes kontinuierlich ermittelt und einer Recheneinheit (36) zugeführt werden und aus diesen Referenzdaten unter Einbeziehung eines mathematischen Modells für den Startvorgang Stellgrößen für die Gießgeschwindigkeit, für die Position einer Bandleiteinrichtung (22) und für die Transportgeschwindigkeit des

gegossenen Metallbandes in einer Bandtransporteinrichtung (24) generiert und an die Antriebseinheiten (5, 6, 25, 27) dieser Einrichtungen übermittelt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem mathematischen Modell zusätzlich eine Stellgröße für die Abstands-Positionierung der Gießwalzen (1, 2) zueinander, insbesondere eine Start-Gießdicke ( $D_{St}$ ), generiert wird.
19. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mathematische Modell ein metallurgisches Modell zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Metallband und/oder zur Beeinflussung der Geometrie des gegossenen Metallbandes umfasst.
20. Zweiwalzengießeinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Starten eines Gießvorganges ohne Anfahrring nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 19, bestehend aus zwei mit Drehantrieben (5, 6) gekoppelten, gegensinnig rotierenden Gießwalzen (1, 2) und an den Gießwalzen anliegenden Seitenplatten (8), die gemeinsam einen Schmelzenraum (11) zur Aufnahme der Metallschmelze (12) formen, sowie mindestens einer verlagerbaren Bandleiteinrichtung (22) und mindestens einer Bandtransporteinrichtung (27),  
**dadurch gekennzeichnet**, dass
- den Gießwalzen (1, 2) eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung (34) zur Ermittlung der momentanen Gießgeschwindigkeit ( $v_g$ ) zugeordnet ist;
  - dem Schmelzenraum (11) eine Niveaumesseinrichtung (16) zur Ermittlung der momentanen Gießspiegelhöhe ( $h_{gsp}$ ) der Metallschmelze zugeordnet ist,
  - und/oder einer der Gießwalzen (1, 2) eine Trennkraft-Messeinrichtung (30) zur Ermittlung der momentanen Trennkraft ( $F_{Tr}$ ) zwischen den beiden Gießwalzen (1, 2) zugeordnet ist,
  - und/oder den Gießwalzen (1, 2) eine Positions-Messeinrichtung (31) zur Ermittlung der momentanen Spaltweite ( $G$ ) zwischen den Gießwalzen (1, 2) zugeordnet ist,
  - und/oder bandaustrittsseitig der Gießwalzen (1, 2) eine Banddicken-Messeinrichtung (32) zur Ermittlung der momentanen Banddicke ( $D$ ) des die Gießwalzen (1,2) verlassenenden Metallbandes (21) angeordnet ist,
  - die Geschwindigkeitsmesseinrichtung (34) und die Niveaumesseinrichtung (16) und/oder die Trennkraft-Messeinrichtung (30) und/oder die

Positionsmesseinrichtung (31) und/oder die Banddicken-Messeinrichtung (32) durch Signalleitungen mit einer Recheneinheit (36) verbunden sind,  
–die Recheneinheit (36) durch Signalleitungen mit den Drehantrieben (5, 6) der Gießwalzen (1, 2), mit einer Positionsstelleinrichtung (25) der Bandleiteinrichtung (22) und dem Antrieb (27) einer Bandtransporteinrichtung (24) verbunden ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der beiden Gießwalzen (1 oder 2) mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung (7) gekoppelt und die Recheneinheit (36) zusätzlich durch eine Signalleitung mit der Gießwalzen-Verstelleinrichtung (7) zur Einstellung einer gegenüber der Betriebs-Gießdicke (D) erhöhten Start-Gießdicke ( $D_{St}$ ) verbunden ist.

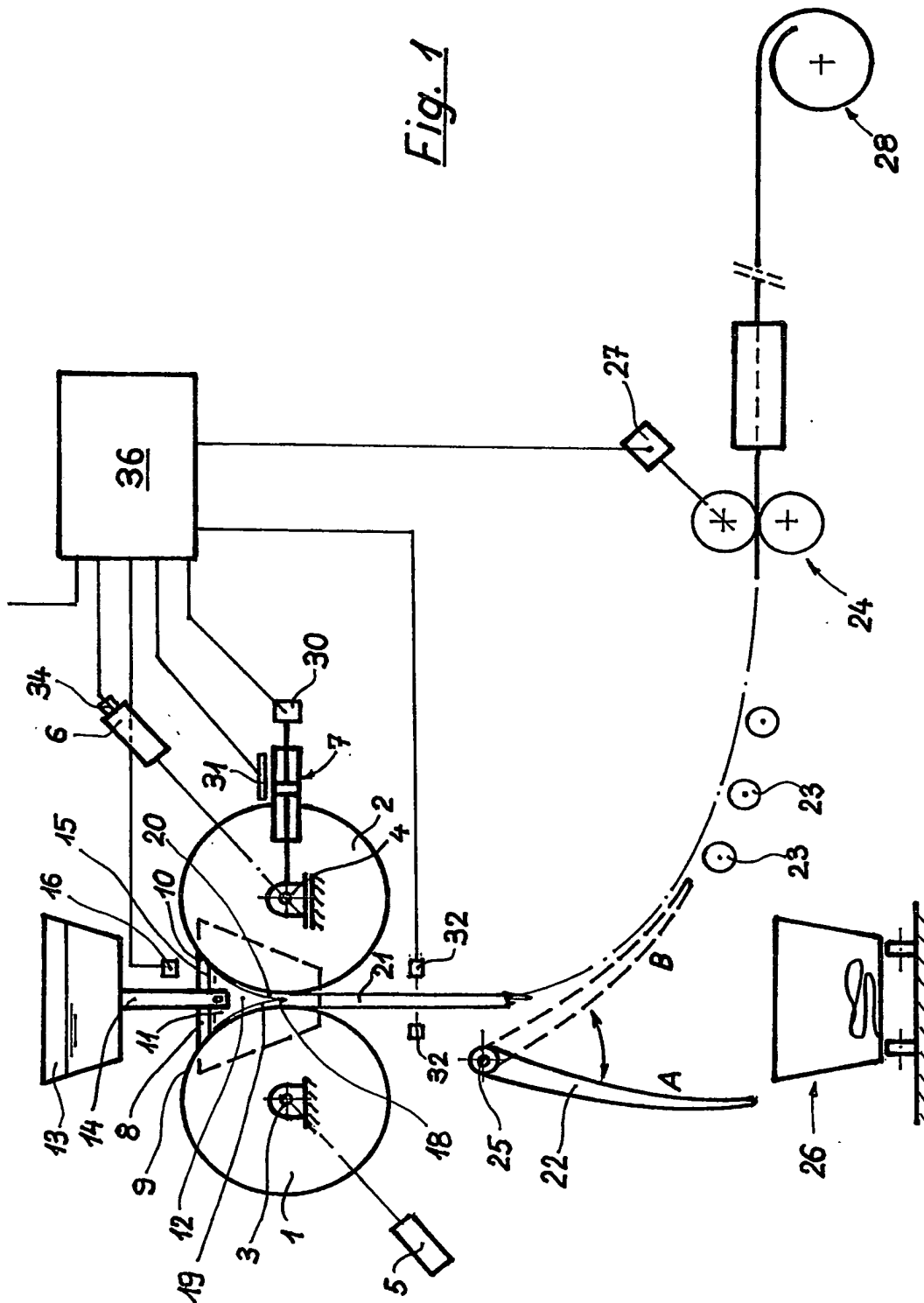


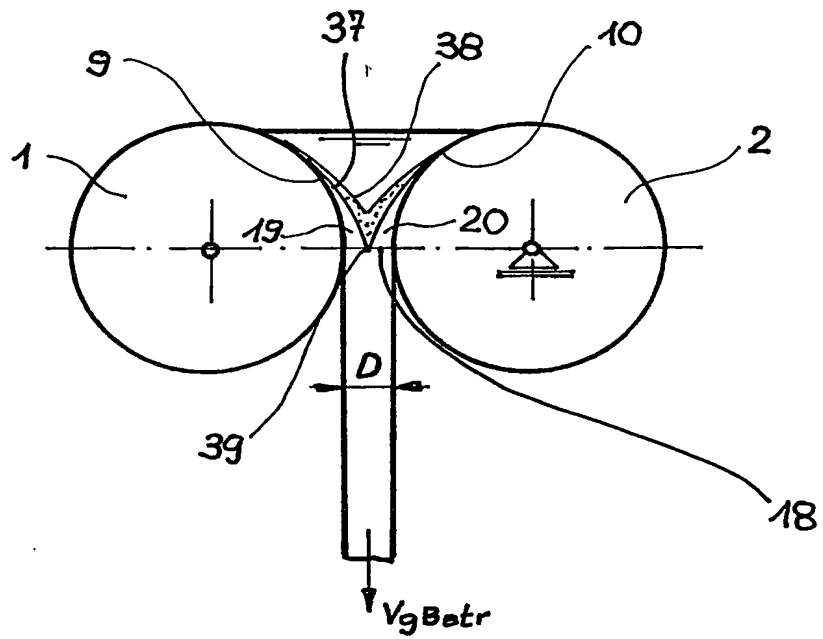
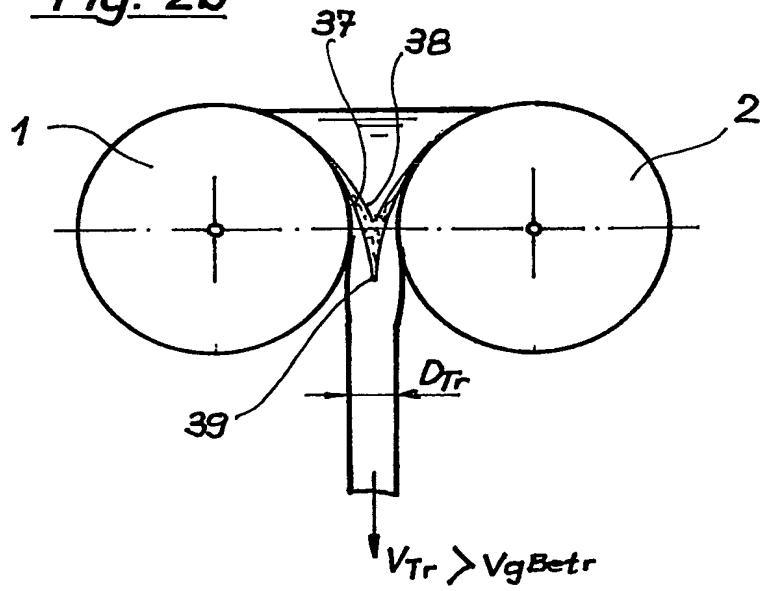
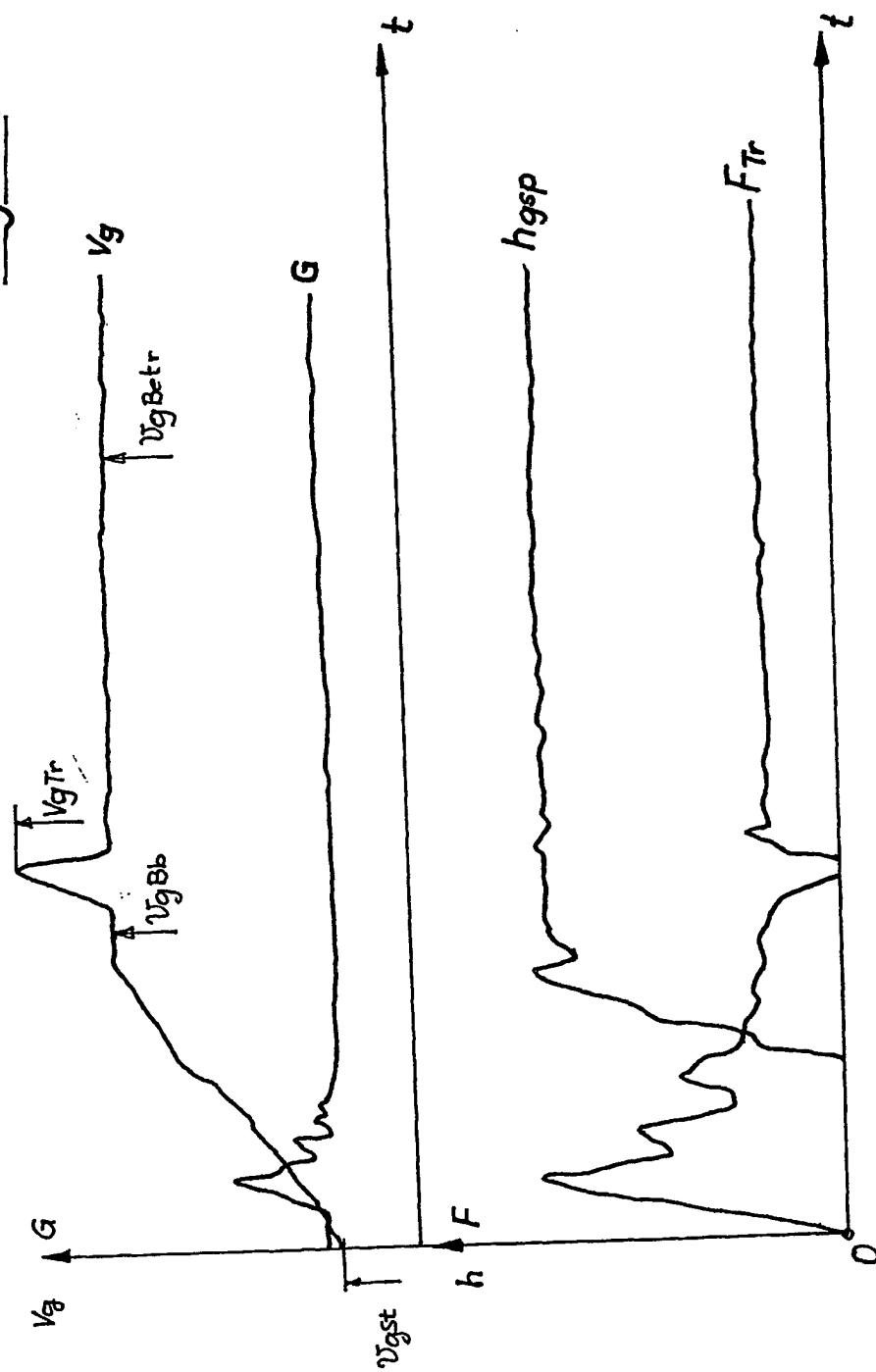
Fig. 2aFig. 2b



Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09110

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B22D11/16 B22D11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 867 244 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ; ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP)) 30 September 1998 (1998-09-30) column 2, line 22 -column 4, line 2; figures 1-7	1-21
A	EP 0 903 190 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ; ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP)) 24 March 1999 (1999-03-24) '0003!', '0023!', '0026! figures 1,2	1-21
A	WO 01 21342 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ; ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP); OSADA S) 29 March 2001 (2001-03-29) page 13 -page 15; figures 1,2	1-21
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 2003

Date of mailing of the international search report

25/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Badcock, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09110

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 138 059 A (HITACHI LTD)  24 April 1985 (1985-04-24)  figures 1-3,8  -----</p>	1-21

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09110

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0867244	A	30-09-1998	AT 206645 T	15-10-2001
			AU 735316 B2	05-07-2001
			AU 5954998 A	01-10-1998
			BR 9801204 A	15-06-1999
			CA 2231078 A1	27-09-1998
			CN 1205259 A ,B	20-01-1999
			DE 69801945 D1	15-11-2001
			DE 69801945 T2	25-04-2002
			DK 867244 T3	04-02-2002
			EP 0867244 A1	30-09-1998
			ES 2165660 T3	16-03-2002
			JP 10263758 A	06-10-1998
			NZ 329967 A	24-09-1998
			PT 867244 T	29-04-2002
			TW 396073 B	01-07-2000
			US 5988258 A	23-11-1999
			ZA 9802471 A	30-09-1998
EP 0903190	A	24-03-1999	AU 739603 B2	18-10-2001
			AU 8424498 A	01-04-1999
			AU 737788 B2	30-08-2001
			AU 8518598 A	01-04-1999
			AU 737844 B2	30-08-2001
			AU 8519998 A	01-04-1999
			CN 1213594 A ,B	14-04-1999
			DE 69813424 D1	22-05-2003
			DE 69814542 D1	18-06-2003
			EP 0903190 A2	24-03-1999
			EP 0903191 A2	24-03-1999
			EP 0947261 A2	06-10-1999
			JP 11156493 A	15-06-1999
			JP 11156494 A	15-06-1999
			JP 11156495 A	15-06-1999
			TW 448080 B	01-08-2001
			US 6164366 A	26-12-2000
			US 6167942 B1	02-01-2001
			US 6167943 B1	02-01-2001
			US 6397924 B1	04-06-2002
WO 0121342	A	29-03-2001	WO 0121342 A1	29-03-2001
			AU 7631100 A	24-04-2001
			BR 0014079 A	21-05-2002
			CA 2385229 A1	29-03-2001
			CN 1374893 T	16-10-2002
			EP 1251981 A1	30-10-2002
			JP 2003509220 T	11-03-2003
			TR 200200685 T2	21-06-2002
			TW 467774 B	11-12-2001
EP 0138059	A	24-04-1985	JP 1929555 C	12-05-1995
			JP 5025581 B	13-04-1993
			JP 60064753 A	13-04-1985
			JP 60064754 A	13-04-1985
			EP 0138059 A1	24-04-1985

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09110

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B22D11/16 B22D11/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B22D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
------------	--	--------------------

A	EP 0 867 244 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ;ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP)) 30. September 1998 (1998-09-30) Spalte 2, Zeile 22 -Spalte 4, Zeile 2; Abbildungen 1-7	1-21
A	EP 0 903 190 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ;ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP)) 24. März 1999 (1999-03-24) '0003!', '0023!', '0026! Abbildungen 1,2	1-21
A	WO 01 21342 A (BHP STEEL JLA PTY LTD ;ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (JP); OSADA S) 29. März 2001 (2001-03-29) Seite 13 -Seite 15; Abbildungen 1,2	1-21

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

18. November 2003

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

25/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Badcock, G

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09110

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 138 059 A (HITACHI LTD)</p> <p>24. April 1985 (1985-04-24)</p> <p>Abbildungen 1-3,8</p> <p>-----</p>	1-21

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/09110

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0867244 A	30-09-1998	AT 206645 T	15-10-2001
		AU 735316 B2	05-07-2001
		AU 5954998 A	01-10-1998
		BR 9801204 A	15-06-1999
		CA 2231078 A1	27-09-1998
		CN 1205259 A , B	20-01-1999
		DE 69801945 D1	15-11-2001
		DE 69801945 T2	25-04-2002
		DK 867244 T3	04-02-2002
		EP 0867244 A1	30-09-1998
		ES 2165660 T3	16-03-2002
		JP 10263758 A	06-10-1998
		NZ 329967 A	24-09-1998
		PT 867244 T	29-04-2002
		TW 396073 B	01-07-2000
		US 5988258 A	23-11-1999
		ZA 9802471 A	30-09-1998
EP 0903190 A	24-03-1999	AU 739603 B2	18-10-2001
		AU 8424498 A	01-04-1999
		AU 737788 B2	30-08-2001
		AU 8518598 A	01-04-1999
		AU 737844 B2	30-08-2001
		AU 8519998 A	01-04-1999
		CN 1213594 A , B	14-04-1999
		DE 69813424 D1	22-05-2003
		DE 69814542 D1	18-06-2003
		EP 0903190 A2	24-03-1999
		EP 0903191 A2	24-03-1999
		EP 0947261 A2	06-10-1999
		JP 11156493 A	15-06-1999
		JP 11156494 A	15-06-1999
		JP 11156495 A	15-06-1999
		TW 448080 B	01-08-2001
		US 6164366 A	26-12-2000
		US 6167942 B1	02-01-2001
		US 6167943 B1	02-01-2001
		US 6397924 B1	04-06-2002
WO 0121342 A	29-03-2001	WO 0121342 A1	29-03-2001
		AU 7631100 A	24-04-2001
		BR 0014079 A	21-05-2002
		CA 2385229 A1	29-03-2001
		CN 1374893 T	16-10-2002
		EP 1251981 A1	30-10-2002
		JP 2003509220 T	11-03-2003
		TR 200200685 T2	21-06-2002
		TW 467774 B	11-12-2001
EP 0138059 A	24-04-1985	JP 1929555 C	12-05-1995
		JP 5025581 B	13-04-1993
		JP 60064753 A	13-04-1985
		JP 60064754 A	13-04-1985
		EP 0138059 A1	24-04-1985